



УДК 621.791.92:621.311.21

НАПЛАВОЧНЫЙ УЧАСТОК РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В АО «САКЭНЕРГОРЕМОНТИ»

Ю. М. КУСКОВ, д-р техн. наук, **И. А. РЯБЦЕВ**, канд. техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины),
Ю. В. ДЕМЧЕНКО, канд. техн. наук, **А. М. ДЕНИСЕНКО**, инж.
(НТК «ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины»),
З. З. ДЖАВЕЛИДЗЕ, **Х. Н. КБИЛЦЕЦКЛАШВИЛИ**, **А. А. ХУЦИШВИЛИ**, инженеры
(АО «Сакэнергоремonti», г. Тбилиси, Грузия)

Описан опыт создания наплавочного участка в АО «Сакэнергоремonti» и рассмотрены конструкторские и технологические особенности выполнения на этом участке ремонта вала гидротурбины мощностью 250 мВт.

Ключевые слова: дуговая наплавка, вал гидротурбины, технология наплавки, наплавочные материалы, наплавочное оборудование

В Грузии значительное развитие получила гидроэнергетика, что обусловлено особенностями ее географического положения. В настоящее время в этой стране продолжительное время эксплуатируются более 20 крупных гидроэлектростанций мощностью свыше 1 мВт и десятки — меньшей мощности, поэтому ответственные узлы и детали гидроэлектростанций требуют ремонта или замены, например, валы и лопасти турбин, подверженные в процессе работы кавитационному и гидроабразивному изнашиванию и коррозии.

В настоящей работе изложен опыт создания наплавочного участка в АО «Сакэнергоремonti» и рассмотрены конструкторские и технологические особенности выполнения на этом участке ремонта вала гидротурбины мощностью 250 мВт.

Вал поворотно-лопастной гидротурбины указанной мощности является одним из основных ее узлов (рис. 1, а). Он изготовлен из стали 20Г и имеет диаметр 1 м, длину 4,5 м и массу около 12 т. В процессе эксплуатации происходит коррозионное, кавитационное и гидроабразивное изнашивание шейки вала, расположенной под подшипниками и сальниками. Подлежащая восстановлению изношенная часть шейки находится под внутренней поверхностью подшипника, конструкция которого предусматривает использование водяного потока для его смазки и охлаждения (рис. 1, б).

До настоящего времени валы гидротурбин восстанавливали в основном способом бандажирования. Используемый бандаж изготавливают из листов нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 10...12 мм по сложной технологии, включающей

вальцовку листов, их порезку, сварку и механическую обработку. Время бандажирования шейки вала гидротурбины диаметром около 1 м составляет две-три недели.

Специалистами ИЭС им. Е. О. Патона предложена технология восстановления изношенной зоны вала с помощью наплавки. Разработана следующая технологическая схема восстановления вала: внешний осмотр и дефектация; механическая обработка под наплавку; ультразвуковой контроль; автоматическая дуговая наплавка под флюсом подслоя; токарная обработка; ультразвуковой контроль; автоматическая дуговая наплавка под флюсом коррозионностойкого слоя; токарная обработка; ультразвуковой контроль; шлифовка.

Для наплавки деталей гидротурбин специалистами НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» на предприятии АО «Сакэнергоремonti» модернизирован токарно-винторезный станок РТ-166 (типа ДИП-500), на его базе создан наплавочный участок. Модернизация заключалась в следующем: на суппорт станка установили наплавочный автомат А1406, а затем подняли заднюю бабку и редуктор станка на 160 мм (рис. 2). Электрическая схема станка была дополнена частотным преобразователем фирмы «Lenze» (Германия), который обеспечивает необходимую для наплавки скорость вращения вала гидротурбины. В качестве источника питания использовали выпрямитель ВС-600. В результате модернизации стало возможным не только наплавлять, но и механически обрабатывать после наплавки валы гидротурбин диаметром от 400 до 1050 мм, длиной до 4500 мм и массой до 12 т, а также выполнять наплавку плоских поверхностей, в частности, лопаток гидротурбин.

Кроме указанной установки, на участке ремонта деталей имеется печь для прокалики наплавочных материалов, в которой при необходимости

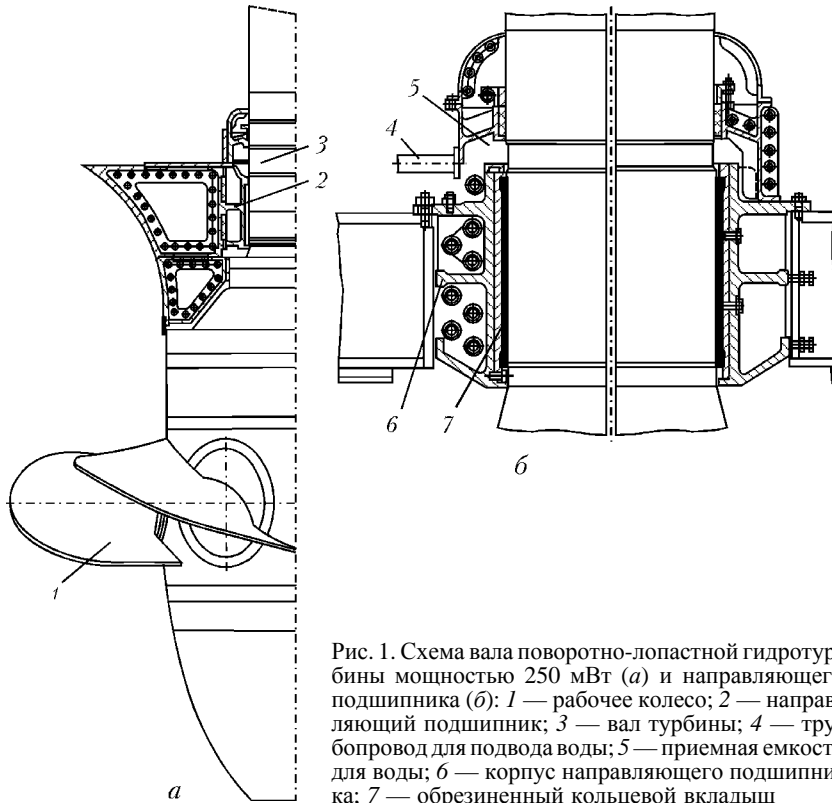


Рис. 1. Схема вала поворотной-лопастной гидротурбины мощностью 250 мВт (а) и направляющего подшипника (б): 1 — рабочее колесо; 2 — направляющий подшипник; 3 — вал турбины; 4 — трубопровод для подвода воды; 5 — приемная емкость для воды; 6 — корпус направляющего подшипника; 7 — обрезиненный кольцевой вкладыш

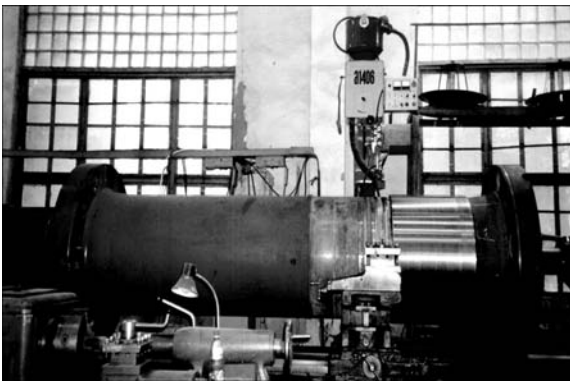


Рис. 2. Модернизированная установка, созданная на базе токарного станка РТ-166, для наплавки и последующей механической обработки валов гидротурбин



Рис. 3. Внешний вид наплавленного на вале гидротурбины коррозионностойкого слоя

осуществляют подогрев деталей перед наплавкой и их замедленное охлаждение после нее.

Внешний осмотр изношенного вала гидротурбины показал, что длина участка вала, подлежащего восстановлению, составляет около 710 мм, а глубина около — 10 мм. На его изношенной поверхности обнаружены дефекты в виде раковин, каверн, отслоений и пр. Для их устранения применяли токарную обработку, после чего оставшиеся дефекты устраняли путем зачистки абразивными кругами. Обработанную под наплавку поверхность вала проверяли на наличие дефектов ультразвуковым контролем.

После обработки диаметр вала составлял 1000 мм, а номинальный диаметр восстановленного вала на этом участке — 1020 мм. При значительном износе вала осуществляли сначала

наплавку подслоя сплошной проволокой типа Св-08 под флюсом АН-348 (диаметр вала с наплавленным подслоем составлял приблизительно 1018 мм). Затем на установке для наплавки выполняли токарную обработку наплавленной поверхности до диаметра 1010 мм, а после этого производили ультразвуковой контроль.

В результате тщательного соблюдения всех технологических операций, а также технологии наплавки в наплавленном подслое дефекты не образовались. Наружная поверхность наплавленного слоя была хорошо сформирована, перепад высоты соседних наплавленных валиков не превышал 0,5 мм.

Автоматическую многослойную наплавку под флюсом АН-26П слоя коррозионностойкой нержавеющей стали осуществляли с использованием проволоки Св-08Х20Н9Г7Т. Диаметр вала после наплавки коррозионностойкого слоя составлял около 1028 мм (рис. 3).

Наплавленную поверхность вала протачивали до диаметра 1020 мм, а затем осуществляли ультразвуковой контроль. В основном наплавленном слое, как и в подслое, дефектов не было.

Поскольку диаметр шейки вала имеет жесткие допуски, наплавленную поверхность обрабатывали шлифованием.

Всего на изношенную поверхность вала было наплавлено около 320 кг металла, общее машинное время наплавки составляло 60 ч. Предложенная технология наплавки по сравнению с банд-



жированием дает значительную экономию времени и денежных средств при ремонте деталей гидротурбин.

Восстановленный вал гидротурбины передан заказчику и будет установлен для эксплуатации на ИнгуриГЭС (Грузия).

The experience gained in arrangement of a hard-facing shop at the Joint Stock Company «Sakenergoremont» is described. Design and technological peculiarities of repair of up to 250 MW hydraulic turbine shaft at this shop are considered.

Поступила в редакцию 16.09.2008

УДК 621.791(088.8)

ИЗОБРЕТЕНИЯ СТРАН МИРА*

Способ получения биметаллического материала. Предложение может быть использовано при изготовлении биметаллических заготовок из разнородных металлов, преимущественно крупногабаритных заготовок сталь–титан. Металлическую пластину устанавливают с зазором над неподвижной пластиной и иницируют расположенный над ней заряд взрывчатого вещества. Поверхность одной или обеих пластин перед соединением обрабатывают катодными пятнами вакуумной дуги, возбуждаемой между поверхностью пластины, используемой в качестве катода, и анодом. Проводят термообработку полученного материала при температуре 500...600 °С. Изобретение обеспечивает стабильный уровень прочности по всей площади соединенных поверхностей за счет повышения однородности поверхностей при подготовке их перед соединением и создания оптимального сочетания остаточных напряжений после сцепления. Патент России 2311274. В. С. Вакин, С. В. Бодакин, И. А. Счастливая и др. (ЗАО «Энергометалл») [11].

Способ электронно-лучевой наплавки покрытий с мультимодальной структурой. Изобретение относится к способам электронно-лучевой наплавки плоских и цилиндрических поверхностей и может быть использовано как при изготовлении новых, так и при восстановлении поверхности изношенных деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа в сочетании с ударными нагрузками. Для расширения технологических возможностей на поверхности наплавляемого изделия создают зону расплава электронным лучом и подают в зону расплава наплавляемый порошковый композиционный материал. Наплавляемое изделие перемещают, а наплавляемый порошковый материал подают перпендикулярно относительно перемещения наплавляемого изделия. После нанесения покрытия воздействуют расфокусированным электронным лучом на поверхность наплавляемого покрытия без подачи наплавляемого материала. Это приводит к выделению дисперсных частиц упрочнителя из твердого раствора и формированию мультимодальной структуры наплавки по всей ее толщине. Патент России 2309827. С. Ф. Гнусов, С. К. Гнусов, В. Г. Дураков и др. (Томский политехнический университет) [11].

Состав сварочной проволоки. Изобретение может быть использовано при изготовлении и ремонте изделий из медно-никелевых сплавов с содержанием никеля 8...18 %, в том числе эксплуатирующихся в морской воде (рыбозащитные устройства, насосы и др.). Сварочная проволока содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: никель 9,0...20,0; железо 0,6...1,5; марганец 0,8...1,5; титан 0,2...0,4; кремний 0,08...0,15; медь — остальное. Суммарное количество

раскислителей (Mn + Ti + Si) должно быть не менее 1,15 мас. %. Содержание никеля в сварочной проволоке должно превышать содержание его в свариваемом сплаве не менее чем на 1 %. Проволока обладает высокими сварочно-технологическими свойствами и обеспечивает получение коррозионноустойчивых сварных соединений с плотным металлом шва, без трещин, пор и других дефектов. Патент России 2309828. В. В. Рыбин, А. В. Баранов, Е. В. Андронов и др. (ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей») [11].

Плавный флюс для механизированной сварки низколегированной стали. Изобретение относится к области производства сварочного флюса, используемого для механизированной сварки современных корпусов атомных реакторов и других сосудов высокого давления в энергетическом машиностроении и нефтехимии. Плавный флюс содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: SiO₂ 20...27, CaO 12...18, Al₂O₃ 13...18, CaF₂ 20...33, MnO 7...13, TiO₂ 3...10, K₂O 1...5 и примеси Fe₂O₃ не более 1,5, S не более 0,01, P не более 0,01, при этом должно выполняться соотношение: $0,15 \leq \text{TiO}_2/\text{SiO}_2 \leq 0,40$. Флюс обеспечивает повышение надежности и ресурса изготавливаемого оборудования за счет снижения температуры хрупковязкого перехода T_{k0} металла шва. Возможность вести сварку на скоростях сварки выше 28 м/ч позволит снизить трудоемкость процесса изготовления сварных конструкций. Патент РФ 2309829. Г. П. Карзов, С. Н. Галаткин, Э. И. Михалева, Г. П. Яковлева и др. (То же) [11].

Способ заварки дефектов в металлических подложках. В дефектный участок подложки вставляют металлическую пробку, сжимают ее с двух сторон электродами и пропускают ток через электроды, подложку и пробку, расплавляя металл пробки и подложки. После этого подачу тока прекращают и охлаждают ванну расплавленного металла, продолжая сжимать ванну с двух сторон электродами. В альтернативном варианте на поверхности пробки и подложки накладывают пластины, которые расплавляются вместе с пробкой, увеличивая объем ванны расплава и изолируя металл пробки от окружающей атмосферы. Патент США 7141754. D. P. Workman, T. J. Trapp, I. E. Gould (Edison Welding Institute, Inc.) [11].

Способ и присадочный материал для нахлесточной сварки двух деталей. Между соединяемыми деталями размещают пористый присадочный материал: прилагают усилие сжатия к верхней детали, раздробляя этот материал, а затем соединяют детали путем сварки. Присадочный материал соответствует требованиям Американского общества сварщиков. Способ позволяет сваривать детали, имеющие размерные отклонения. Патент США 7138598. P. Stevenson, P.-C. Wang (General Motors Corporation) [11].

* Приведены сведения о патентах, опубликованных в реферативном журнале «Изобретения стран мира» № 11, 12 за 2008 г.